Wikipedia

Alam semesta

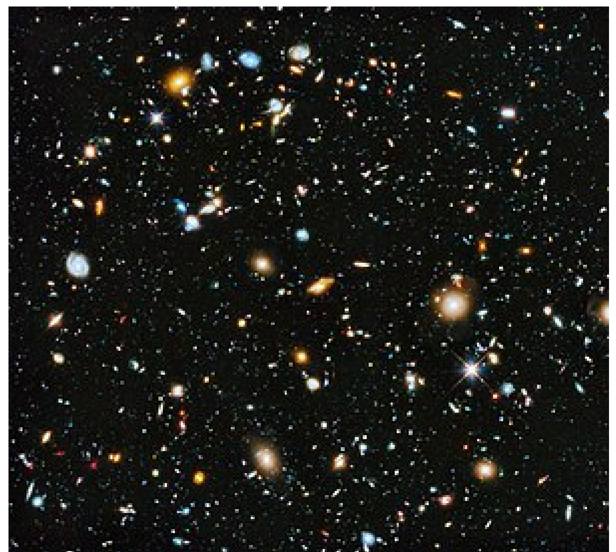
Alam semesta (disebut pula **jagat raya** atau **universum**[9]) adalah seluruh ruang waktu kontinu tempat kita berada, dengan energi dan materi yang dimilikinya. Usaha untuk memahami pengertian alam semesta dalam lingkup ini pada skala terbesar yang memungkinkan, ada pada kosmologi, ilmu pengetahuan yang berkembang dari fisika dan astronomi.

Model-model ilmiah awal untuk Alam semesta dikembangkan oleh para filsuf Yunani kuno dan filsuf India kuno dan bersifat geosentris, menempatkan Bumi di pusat Alam semesta.[10][11] Selama berabad-abad, pengamatan astronomi yang lebih tepat membuat Nicolaus Copernicus mengembangkan model heliosentris dengan Matahari di pusat Tata Surya. Dalam mengembangkan hukum gravitasi universal, Sir Isaac Newton berdasar pada karya Copernicus serta pengamatan oleh Tycho Brahe dan hukum gerak planet Johannes Kepler.

Pada pertengahan terakhir abad ke-20, perkembangan kosmologi berdasarkan pengamatan, juga disebut fisika kosmologi, mengarahkan pada pembagian kata alam semesta ini, antara kosmologi pengamatan dan kosmologi teoretis; yang (biasanya) para ahli menyatakan tidak ada harapan untuk mengamati keseluruhan dari ruang waktu kontinu, kemudian harapan ini dimunculkan, mencoba untuk menemukan spekulasi paling beralasan untuk model keseluruhan dari ruang waktu, mencoba mengatasi kesulitan dalam mengimajinasikan batasan empiris untuk spekulasi tersebut dan risiko pengabaian menuju metafisika.

Alam Semesta juga dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang dianggap ada secara fisik, seluruh ruang dan waktu, dan segala bentuk materi serta energi. Istilah semesta atau jagat raya dapat digunakan dalam indra kontekstual yang sedikit berbeda, yang menunjukkan konsep-konsep seperti *kosmos*, *dunia*, atau *alam*.

Alam semesta



Gambar Hubble Ultra Deep Field menunjukkan beberapa galaksi paling jauh yang terlihat dengan teknologi saat ini, masing-masing terdiri dari miliaran bintang.

Usia (dalam Model Lambda-CDM)	13,799 ± 0,021 milyar tahun[1]
Diameter	Tidak diketahui.[2] Diameter alam semesta teramati: $8{,}8 \times 10^{26}$ m (28,5 Gpc atau 93 Gly)[3]
Massa (materi biasa)	10^{53} kg[4]
Massa jenis rata-rata (termasuk kontribusi dari energi)	$9{,}9 \times 10^{-30}$ g/cm^3[5]
Suhu rata-rata	2,72548 K[6]
Isi	Materi umum (barionik) (4,9%) Materi gelap (26,8%) Energi gelap (68,3%)[7]
Bentuk	Datar dengan batas kesalahan 0,4%[8]

Daftar isi

Definisi

Alam semesta fisik didefinisikan sebagai keseluruhan ruang dan waktu[a] (secara kolektif disebut ruang-waktu) dan isinya.[12] Isi tersebut terdiri dari semua energi dalam berbagai bentuk, termasuk radiasi elektromagnetik dan materi.[13][14][15] Alam semesta juga mencakup hukum-hukum fisika yang memengaruhi energi dan materi, seperti hukum kekekalan, mekanika klasik, dan relativitas.[16]

Alam semesta sering didefinisikan sebagai "keseluruhan keberadaan", atau segala sesuatu yang ada, segala sesuatu yang telah ada, dan segala sesuatu yang akan ada.[16] Bahkan, beberapa filsuf dan ilmuwan mendukung penyertaan gagasan dan konsep abstrak – seperti matematika dan logika – dalam definisi Alam semesta.[17][18][19] Kata *alam semesta* juga dapat merujuk pada konsep-konsep seperti *kosmos*, *dunia*, dan *alam*.[20][21]

Penamaan dan Pemaknaan Alam Semesta yang mencangkup ruang dan waktu

Kata **Universe** (Semesta) biasanya didefinisikan mencakup keseluruhan. Namun, dengan menggunakan definisi alternatif, beberapa kosmolog berspekulasi bahwa *Universe* hanya merujuk pada alam di mana keberadaan kita berada. Hal ini terkait dengan pemaknaan alam semesta kita yang hanya merupakan satu dari banyak "semesta" yang secara kolektif disebut multiverse[1]. Sebagai contoh, dalam banyak hipotesis dunia semesta baru yang melahirkan dengan setiap gagasan kutipan pengukuran kuantum, semesta ini biasanya dianggap benar-benar terputus dari kita sendiri dan tidak mungkin dapat diamati memalui indra kontektual manusia. Pengamatan bagian yang lebih tua dari alam semesta (yang jauh) menunjukkan bahwa alam semesta telah diatur oleh hukum fisika yang sama dan konstan di sebagian besar wilayah luas yang mengandung sejarah. Namun, dalam teori *gelembung alam semesta*, mungkin ada variasi tak terbatas semesta yang dibuat dalam berbagai cara, dan mungkin masing-masing memiliki konstanta fisik yang berbeda.

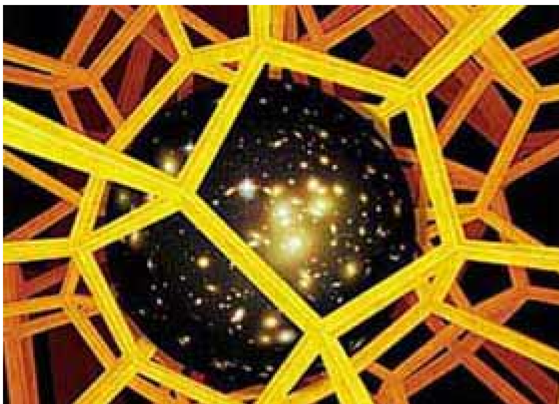
Sepanjang sejarah mencatat, beberapa kosmolog telah diusulkan untuk menjelaskan pengamatan Semesta. Model paling awal ialah geosentris yang dikembangkan oleh seorang filsuf Yunani kuno bernama Claudius Ptolomeuses. Ia berpendapat bahwa alam semesta memiliki ruang yang tak terbatas dan telah ada sebuah kekekalan, tetapi berisi satu set bola konsentris dengan ukuran terbatas sesuai dengan bintang tetap, Matahari dan berbagai planet berputar mengelilingi Bumi yang bulat dan tak bergerak. Selama berabad-abad, peningkatan keselarasan pemikiran manusia yang ditopang oleh penemuan teori gravitasi Newton membuat teori heliosentris Copernicus mengenai Tata Surya mulai diyakini. Perbaikan lebih lanjut dalam astronomi menyebabkan kesadaran bahwa tata surya tertanam dalam galaksi yang terdiri dari jutaan bintang,

Bima Sakti, dan bahwa ada galaksi lain di luar itu, sejauh selama instrumen astronomi dapat mencapainya. Studi yang meneliti terhadap distribusi galaksi-galaksi dan garis spektrum telah menyebabkan banyak kosmologi modern terkuap. Penemuan pergeseran gelombang merah dan radiasi gelombang mikro, latar belakang kosmik, mengungkapkan bahwa alam semesta berkembang dan tampaknya memiliki awal dan akhir.

Menurut model ilmiah yang berlaku di Alam Semesta, dikenal sebagai Big Bang, alam semesta berkembang dari sebuah fase, sangat panas padat yang disebut zaman Planck, di mana semua materi dan energi alam semesta terkonsentrasi. Sejak zaman Planck, Semesta telah berkembang untuk membentuk saat ini, mungkin dengan jangka waktu singkat (kurang dari 10-32 detik) inflasi kosmik. Beberapa pengukuran eksperimental independen mendukung ekspansi teoretis dan, lebih umum, teori *Big Bang*. Pengamatan terbaru menunjukkan bahwa ekspansi ini telah mempercepat energi gelap, dan bahwa sebagian besar masalah di Semesta mungkin dalam bentuk yang tidak dapat dideteksi oleh instrumen ini, dan karenanya tidak diperhitungkan dalam model alam semesta sekarang ini; ini telah dinamai materi gelap. Kekurangakuratan pengamatan saat ini telah menghambat prediksi nasib akhir alam semesta. Arus interpretasi pengamatan astronomi menunjukkan bahwa umur alam semesta adalah 13,73 (± 0,12) miliar tahun, [2] dan bahwa diameter alam semesta yang teramati paling tidak 93 milyar tahun cahaya, atau 8,80 × 1026 meter. [3] Menurut relativitas umum, ruang dapat memperluas lebih cepat dari kecepatan cahaya, meskipun kita dapat melihat hanya sebagian kecil dari alam semesta karena pembatasan yang diberlakukan oleh hukum kecepatan cahaya itu sendiri. Tidak pasti, apakah ukuran Semesta terbatas atau tak terbatas.

Etimologi, Sinonim dan Definisi

Lihat pula: Kosmos, Alam, dan Bumi



Alam Semesta, atau lebih sering disebut Jagat Raya adalah keseluruhan dari ruang dan waktu yang terdiri dari triliyunan galaksi yang terbentuk dari bintang-bintang seusai peristiwa *Big Bang* ratusan milyar tahun yang lalu. Grup bintang-bintang ini terlihat membentuk sebuah konstelasi bintang yang oleh budaya Indonesia banyak dimanfaatkan dalam masa *pertanian*.

Kata **Alam Semesta** berasal dari kata-kata *Univers* (Prancis), yang pada gilirannya berasal dari kata Latin Universum [4]. Bahasa Latin banyak digunakan oleh Cicero dan penulis lainnya, yang kemudian, banyak penggunaan indra makna yang sama seperti kata bahasa Inggris modern yang digunakan. [5] Kata Latin berasal dari kontraksi Unvorsum puitis - pertama kalinya digunakan oleh Lucretius dalam Buku IV (baris 262) *De Rerum natura* (Dalam Sifat Pemikiran) - yang menghubungkan *un*, *uni* (bentuk kombinasi dari Unus, atau "satu") dengan *vorsum*, *versum* (sebuah kata benda yang terbuat dari participle pasif vertere sempurna, yang berarti "sesuatu yang dirotasi, digiling, diubah"). [5] Lucretius digunakan dalam arti kata "segalanya digulung menjadi satu, semuanya digabungkan menjadi satu".

Artistik rendition (sangat berlebihan) dari pendulum Foucault menunjukkan bahwa Bumi tidak diam, tetapi berputar.

Interpretasi alternatif *unvorsum* adalah "semuanya diputar sebagai salah satu" atau "segalanya diputar oleh salah satu". Dalam pengertian ini, dapat dianggap sebagai terjemahan dari sebuah kata Yunani sebelumnya untuk Semesta, **περιφορα**, "sesuatu diangkut dalam lingkaran", awalnya digunakan untuk menggambarkan suatu program makan, makanan yang dibawa berkeliling lingkaran para tamu makan malam. [6] Bahasa Yunani ini mengacu pada model Yunani awal alam semesta, di mana semua materi yang terkandung dalam bidang berputar berpusat di Bumi. Menurut Aristoteles, rotasi lingkup terluar bertanggung jawab atas gerak dan

perubahan dari segala sesuatu. Itu adalah wajar bagi orang-orang Yunani untuk menganggap bahwa Bumi telah berubah dan bahwa langit berputar mengelilingi bumi, karena pengukuran astronomi dan fisik dengan teliti (seperti pendulum Foucault) diperlukan untuk membuktikan sebaliknya.

Istilah yang paling umum untuk "Alam Semesta" di antara para filsuf Yunani kuno dari Pythagoras adalah το παν (Semuanya), yang didefinisikan sebagai *semua materi* (το ολον) dan *semua ruang* (το κενον). [7][8] Lainnya, sinonim untuk alam semesta antara filsuf Yunani kuno termasuk κοσμος (artinya dunia, kosmos) dan φυσις (artinya Alam, dari mana kita berasal) [9] memiliki arti kata yang sama, yang ditemukan di penulis Latin (totum, Mundus, natura) [10] dan bertahan dalam bahasa modern, misalnya, kata-kata Jerman Das Semua, Weltall, dan Natur untuk Universe. Sinonim yang sama ditemukan dalam bahasa Inggris, seperti semua (seperti dalam teori segala sesuatu), kosmos (seperti dalam kosmologi), dunia (seperti pada banyak-dunia hipotesis), dan Alam (seperti dalam hukum alam atau filsafat alam). [11]

Definisi Luas: Realitas dan Probabilitas

Lihat pula: Mekanika kuantum dan amplitudo

Definisi luas dari **alam semesta** ditemukan dalam naturae De divisione oleh filsuf abad pertengahan Johannes Scotus Eriugena, yang didefinisikan sebagai segala sesuatu hanya, segala sesuatu yang ada, dan segala sesuatu yang tidak ada. Waktu tidak dipertimbangkan dalam definisi Eriugena's; demikian, definisinya mencakup segala sesuatu yang ada, telah ada dan akan ada, serta segala sesuatu yang tidak ada, belum pernah ada dan tidak akan pernah ada. Definisi ini mencakup segalanya yang tidak diadopsi oleh sebagian besar filsuf di kemudian hari, tetapi sesuatu yang tidak sepenuhnya berbeda muncul kembali dalam fisika kuantum, mungkin paling jelas dalam perumusan jalan-terpisahkan dari Feynman. [12] Menurut formulasi itu, amplitudo probabilitas untuk berbagai hasil percobaan yang diberikan sangat ditentukan oleh keadaan awal sistem tersebut yang termajukan dari awal ke keadaan akhir. Tentu saja, percobaan hanya dapat memiliki satu hasil, dalam kata lain, hanya satu hasil yang mungkin adalah menjadi nyata di **Alam Semesta** ini, melalui proses misterius pengukuran kuantum, juga dikenal sebagai runtuhnya fungsi gelombang (namun lihat-banyak dunia hipotesis di bawah ini yang dijelaskan di bagian Multiverse). Dalam hal ini, matematika didefinisikan dengan baik, bahkan yang tidak ada (semua path yang mungkin) dapat mempengaruhi yang akhirnya tidak ada (pengukuran eksperimental). Sebagai contoh khusus, setiap elektron intrinsik identik dengan setiap lainnya, sehingga amplitudo probabilitas harus dihitung memungkinkan untuk kemungkinan bahwa mereka bertukar posisi, sesuatu yang dikenal sebagai simetri tukar. Konsepsi ini merangkul baik *Semesta ada* dan *non-paralel longgar ada* doktrin-doktrin Buddhis shunyata dan pengembangan saling bergantung realitas, dan Gottfried Leibniz dengan konsepnya yang lebih modern dari kontingensi dan identitas *indiscernibles*.

Definisi Sebagai Kenyataan

Lihat pula: ruang, waktu, materi, dan energi

Lebih lazim, **Semesta** didefinisikan sebagai segala sesuatu yang ada, telah ada, dan akan ada. Menurut definisi dan pemahaman kita, *Semesta* terdiri dari tiga unsur: ruang dan waktu, yang dikenal sebagai ruang-waktu atau *vakum*, materi dan berbagai bentuk energi dan momentum menempati ruang-waktu dan hukum-hukum alam yang mengatur semesta raya. Elemen-elemen ini akan dibahas secara lebih rinci di bawah ini. Sebuah definisi terkait istilah **Semesta**, segala sesuatu yang ada pada saat satu waktu kosmologis, seperti saat ini, seperti dalam kalimat "Jagat Raya sekarang bermandikan seragam dalam radiasi gelombang mikro".

Tiga unsur alam semesta (ruang-waktu, materi-energi, dan hukum fisika) sesuai terhadap ide-ide Aristoteles. Dalam bukunya *The Phsyics* (Φυσικης, dari mana asal kata "fisika"), Aristoteles membagi το παν (semuanya) menjadi tiga elemen analog kira-kira: materi (hal-hal yang Semesta dibuat), bentuk (susunan yang materi dalam ruang) dan perubahan (bagaimana hal diciptakan, dihancurkan atau diubah dalam sifat-sifatnya, dan sama, bagaimana bentuk yang berubah). Hukum fisika dipahami sebagai aturan yang mengatur

sifat materi, bentuk dan perubahan mereka. Kemudian filsuf seperti Lucretius, Ibn Rusyd, Ibn Sina dan Baruch Spinoza diganti atau disempurnakan dalam divisi tersebut, misalnya, Ibn Rusyd dan Spinoza melihat *naturans natura* (prinsip-prinsip aktif yang mengatur Universe), unsur-unsur yang pasif atas tindakan sebelumnya.

Definisi Yang Dikaitkan Ruang dan Waktu

Lihat pula: metafora

Adalah sebuah kemungkinan untuk membayangkan ruang-waktu yang terputus, masing-masing sudah ada tapi tidak dapat berinteraksi satu sama lain. Sebuah metafora mudah divisualisasikan adalah sekelompok gelembung sabun terpisah, di mana pengamat yang tinggal di satu gelembung sabun tidak dapat berinteraksi dengan orang-orang pada gelembung sabun lain, bahkan pada prinsipnya. Menurut salah satu istilah umum, masing-masing "gelembung sabun" ruang-waktu dilambangkan sebagai alam semesta, seperti yang kita sebut bulan kami Bulan. Seluruh koleksi ruang ini yang terpisah-dilambangkan sebagai multiverse. [13] Pada prinsipnya, *semesta* tidak berhubungan satu dengan lainnya, yang mungkin memiliki dimensionalitas topologi dan ruang-waktu yang berbeda. Berbagai bentuk materi, energi, dan hukum fisik yang berbeda dari fisik konstanta yang kita ketahui, meskipun kemungkinan tersebut saat ini spekulatif.


Galaksi Bima Sakti (Milky Way), galaksi dimana bintang kita, matahari, menjadi salah satu anggota di antara trilyunan bintang lainnya.

Definisi Sebagai Sebuah Realitas Yang Diamati

Lihat pula: Bima Sakti

Menurut definisi yang "masih lebih restriktif", Semesta adalah segalanya dalam waktu kita yang terhubung ruang untuk bisa memiliki kesempatan untuk berinteraksi dengan kita dan sebaliknya. Menurut teori relativitas umum, beberapa daerah ruang mungkin tidak pernah berinteraksi dengan kita, bahkan dalam seumur hidup, karena kecepatan cahaya dan ruang ekspansi yang sedang berjalan. Sebagai contoh, pesan radio yang dikirim dari Bumi tidak pernah dapat mencapai beberapa daerah ruang, bahkan jika Semesta akan hidup selamanya; ruang dapat memperluas lebih cepat daripada cahaya yang melintas. Perlu penekankan bahwa daerah-daerah yang jauh dari ruang yang diambil ada dan menjadi bagian dari realitas sebanyak seperti kita; namun kita tidak pernah bisa berinteraksi dengan mereka. Wilayah spasial di mana kita dapat mempengaruhi dan akan terpengaruh dilambangkan sebagai alam semesta teramati. Sebenarnya, seluruh alam semesta yang teramati bergantung pada lokasi pengamat. Dengan perjalanan, pengamat dapat datang ke dalam kontak dengan wilayah yang lebih besar dari ruang-waktu daripada seorang pengamat yang teta di tempatnya, sehingga seluruh alam semesta teramati untuk yang pertama lebih besar daripada yang kedua. Namun demikian, bahkan oleh orang yang paling cepat, mungkin tidak dapat berinteraksi dengan semua ruang. Biasanya, seluruh alam semesta yang teramati diambil yang berarti alam semesta diamati dari sudut pandang kami di Galaksi Bima Sakti.

Ukuran, Usia, Isi, Struktur, dan Hukum

Semesta adalah ruangan yang sangat besar dan mungkin tak terbatas dalam volume, hal yang dapat diamati adalah tersebarnya ruang pada ukuran setidaknya 93 miliar tahun cahaya [14]. Sebagai perbandingan, diameter sebuah galaksi khas hanya 30.000 tahun cahaya, dan jarak khas antara dua galaksi tetangga hanya 3 juta tahun cahaya. [15] Sebagai contoh, panjang diameter Galaksi Bima Sakti kira-kira 100.000 tahun

cahaya, [16] dan galaksi saudara terdekat kita, galaksi andromeda, terletak sekitar 2,5 juta tahun cahaya.[17] Mungkin ada lebih dari 100 miliar (1011) galaksi di alam semesta teramati. [18] galaksi kerdil umumnya memiliki sesedikitnya sepuluh juta [19] (107) raksasa bintang sampai dengan satu triliun [20] (1012) bintang-bintang, semua mengorbit masa pusat galaksi. Dengan demikian, perkiraan yang sangat kasar dari angka-angka ini akan menyarankan ada sekitar satu sextillion (1021) bintang di seluruh alam semesta telah teramati, meskipun studi 2003 oleh astronom Universitas Nasional Australia menghasilkan angka 70 sextillion (7 x 1022) [21].

Hal diamati tersebar merata (homogen) di seluruh alam semesta, ketika rata-rata jarak lebih dari 300 juta tahun cahaya. [22] Namun, pada skala lebih kecil-panjang, hal ini diamati untuk membentuk "gumpalan", yaitu untuk kluster hierarkis ; banyak atom terkondensasi menjadi bintang, bintang yang paling dalam galaksi, galaksi yang paling dalam cluster, supergugus dan, akhirnya, struktur skala terbesar seperti Tembok Besar galaksi. Hal diamati dari alam semesta juga menyebar isotropically, yang berarti bahwa tidak ada arah pengamatan tampaknya berbeda dari yang lain; setiap wilayah langit telah kira-kira konten yang sama. [23] Semesta juga mandi di sebuah radiasi gelombang mikro yang sangat isotropik yang sesuai ke spektrum kesetimbangan termal benda hitam sekitar 2,725 kelvin. [24] Hipotesis bahwa alam semesta skala besar adalah homogen dan isotropik dikenal sebagai prinsip kosmologis, [25] yang didukung oleh pengamatan astronomi.

Kepadatan keseluruhan kini Semesta sangat rendah, sekitar 9,9 × 10-30 gram per sentimeter kubik. Massa-energi ini tampaknya terdiri dari 73% energi gelap, 23% materi gelap dingin, dan 4% materi biasa. Dengan demikian kepadatan atom adalah atas perintah dari atom hidrogen tunggal untuk setiap empat meter kubik volume [26] Sifat energi gelap dan materi gelap yang belum diketahui.. Hal Dark gravitates sebagai hal biasa, sehingga bekerja untuk memperlambat ekspansi dari alam semesta; Sebaliknya, energi gelap mempercepat ekspansi.

Semesta sudah tua dan JUGA berkembang. Perkiraan paling tepat dari usia alam semesta adalah 13,73 ± 0.12 miliar tahun, berdasarkan pengamatan radiasi latar belakang gelombang mikro kosmik. [27] Independen perkiraan (berdasarkan pengukuran seperti radioaktif dating) setuju, walaupun mereka kurang tepat, mulai dari 11-20 miliar tahun [28] untuk 13-15 miliar tahun [29] Alam semesta belum sama pada setiap saat dalam sejarahnya. Misalnya, relatif populasi quasar dan galaksi telah berubah dan ruang itu sendiri tampaknya diperluas. Perluasan ini account untuk bagaimana Bumi terikat ilmuwan dapat mengamati cahaya dari 30 miliar tahun cahaya dari galaksi, bahkan jika cahaya telah pergi untuk hanya 13 milyar tahun ruang yang sangat di antara mereka telah diperluas. Perluasan ini konsisten dengan pengamatan bahwa cahaya dari galaksi jauh telah redshifted; foton dipancarkan membentangkan panjang gelombang frekuensi yang lebih rendah lagi dan selama perjalanan mereka. Tingkat ekspansi ini spasial adalah percepatan, berdasarkan penelitian supernova IA Jenis dan diperkuat oleh data lain.

Fraksi relatif dari unsur-unsur kimia yang berbeda (khususnya atom ringan seperti hidrogen, deuterium dan helium) tampaknya sama di seluruh alam semesta dan sepanjang sejarah yang diamati [30] Alam semesta tampaknya memiliki masalah lebih dari antimateri. Asimetri yang mungkin berkaitan dengan pengamatan pelanggaran CP. [31] The Universe tampaknya tidak memiliki muatan listrik bersih, dan karena itu gravitasi tampaknya menjadi dominan interaksi pada skala kosmologis panjang. Semesta juga tampaknya tidak memiliki momentum bersih atau momentum sudut. Tidak adanya biaya bersih dan momentum akan mengikuti dari hukum-hukum fisika yang berlaku (hukum Gauss dan perbedaan-non dari pseudotensor stres-energi-momentum, masing-masing), jika alam semesta itu terbatas. [32]

Catatan

a. ^ Menurut fisika modern, ruang dan waktu saling terkait erat dan secara fisika tidak ada artinya jika diambil secara terpisah satu sama lain. Lihat Teori relativitas.

Referensi

1. ^ Planck Collaboration (2015). "Planck 2015 results. XIII. Cosmological parameters (See Table 4 on page 31 of pfd)". *Astronomy & Astrophysics*. **594**: A13. arXiv:1502.01589. Bibcode:2016A&A...594A..13P. doi:10.1051/0004-6361/201525830.
2. ^ Greene, Brian (2011). *The Hidden Reality*. Alfred A. Knopf.
3. ^ Itzhak Bars; John Terning (November 2009). *Extra Dimensions in Space and Time*. Springer. hlm. 27–. ISBN 978-0-387-77637-8. Diakses tanggal 2011-05-01.
4. ^ Paul Davies (2006). *The Goldilocks Enigma*. First Mariner Books. hlm. 43ff. ISBN 978-0-618-59226-5.
5. ^ NASA/WMAP Science Team (January 24, 2014). "Universe 101: What is the Universe Made Of?". NASA. Diakses tanggal February 17, 2015.
6. ^ Fixsen, D. J. (2009). "The Temperature of the Cosmic Microwave Background". *The Astrophysical Journal*. **707** (2): 916–20. arXiv:0911.1955. Bibcode:2009ApJ...707..916F. doi:10.1088/0004-637X/707/2/916.
7. ^ "First Planck results: the Universe is still weird and interesting". *Matthew Francis*. Ars technica. March 21, 2013. Diakses tanggal August 21, 2015.
8. ^ NASA/WMAP Science Team (January 24, 2014). "Universe 101: Will the Universe expand forever?". NASA. Diakses tanggal April 16, 2015.
9. ^ Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, "universum", *Kamus Besar Bahasa Indonesia edisi V*, diakses tanggal 9 Juni 2018
10. ^ Dold-Samplonius, Yvonne (2002). *From China to Paris: 2000 Years Transmission of Mathematical Ideas*. Franz Steiner Verlag.
11. ^ Thomas F. Glick; Steven Livesey; Faith Wallis. *Medieval Science Technology and Medicine: An Encyclopedia*. Routledge.
12. ^ Zeilik, Michael; Gregory, Stephen A. (1998). *Introductory Astronomy & Astrophysics* (edisi ke-4th). Saunders College Publishing. ISBN 978-0030062285. “The totality of all space and time; all that is, has been, and will be.”
13. ^ "Universe". *Encyclopaedia Britannica online*. Encyclopaedia Britannica Inc. 2012. Diakses tanggal 17 February 2018.
14. ^ "Universe". *Merriam-Webster Dictionary*. Diakses tanggal September 21, 2012.
15. ^ "Universe". *Dictionary.com*. Diakses tanggal September 21, 2012.
16. ^ [a] [b] Duco A. Schreuder (December 3, 2014). *Vision and Visual Perception*. Archway Publishing. hlm. 135. ISBN 978-1480812949.
17. ^ Tegmark, Max (2008). "The Mathematical Universe". *Foundations of Physics*. **38** (2): 101–50. arXiv:0704.0646. Bibcode:2008FoPh...38..101T. doi:10.1007/s10701-007-9186-9. a short version of which is available at *Shut up and calculate.* (https://arxiv.org/abs/0709.4024) (in reference to David Mermin's famous quote "shut up and calculate" "Archived copy". Diarsipkan dari versi asli tanggal May 15, 2016. Diakses tanggal June 2, 2015.
18. ^ Jim Holt (2012). *Why Does the World Exist?*. Liveright Publishing. hlm. 308.
19. ^ Timothy Ferris (1997). *The Whole Shebang: A State-of-the-Universe(s) Report*. Simon & Schuster. hlm. 400.
20. ^ Paul Copan; William Lane Craig (2004). *Creation Out of Nothing: A Biblical, Philosophical, and Scientific Exploration*. Baker Academic. hlm. 220. ISBN 978-0801027338.
21. ^ Alexander Bolonkin (November 2011). *Universe, Human Immortality and Future Human Evaluation*. Elsevier. hlm. 3–. ISBN 978-0-12-415801-6.

Pranala luar